

POLARISCOPE AND MICROLITHOGRAPHY PROJECTION SYSTEM PROVIDED WITH THE SAME

Publication number: JP2003035822

Publication date: 2003-02-07

Inventor: SCHUSTER KARL-HEINZ

Applicant: ZEISS CARL SEMICONDUCTOR MFG

Classification:

- International: G02B5/30; G02B27/28; G03F7/20; G02B5/30;
G02B27/28; G03F7/20; (IPC1-7): G02B5/30;
G02B27/18; G02B27/28; G03F7/20; H01L21/027

- european: G02B5/30R; G02B27/28C; G03F7/20T12

Application number: JP20020144608 20020520

Priority number(s): DE20011024803 20010522

Also published as:

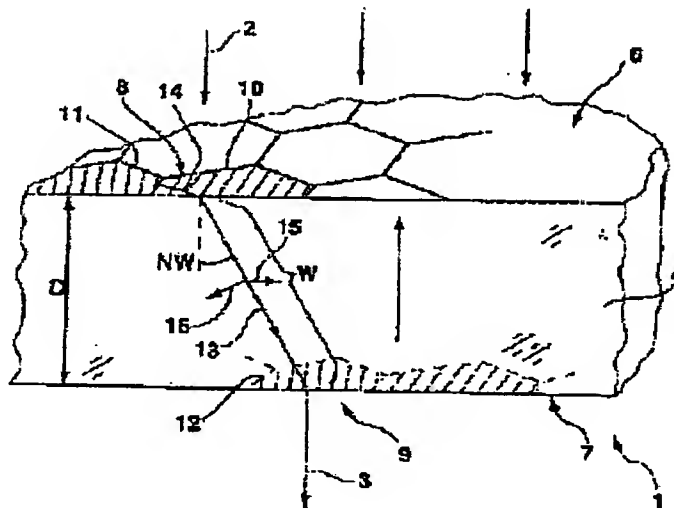


EP1260849 (A1)
US6856379 (B2)
US2002176166 (A1)
DE10124803 (A1)
EP1260849 (B1)

[Report a data error here](#)

Abstract of JP2003035822

PROBLEM TO BE SOLVED: To attain a low manufacturing cost and high transmittance with a simple design. **SOLUTION:** A polariscope which is suited for converting linearly or circularly polarized incident light to emitted light polarized in a radial or tangential direction essentially with no transmission loss, in one of the embodiment, a plate made of a birefringent material which has small zones (11, 12) provided with deflection structures (8, 9) with a shape of a diffraction grating or a Fresnel surface formed on an entrance surface and on an outgoing surface thereof. A crystallographic axis (5) of the birefringent material is aligned parallel to the incident luminous flux. The deflection structures deflect light propagating along a transmission direction (13) inclined on the crystallographic axis (5) and cause phase transition of transmitted light among field constituent elements.



* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The polarization condition of changing locally the flux of light which carries out incidence in accordance with an optical axis on the cross section, the polariscope for changing into the injection flux of light which has predetermined distribution -- it is -- : -- at least one birefringence component (4, 31-34) It aims at generation of a phase shift mutually between the field components of the transmitted light by which rectangular polarization was carried out. The cross section where it has a crystallographic axis (5, 39, 40, 41) and finite shaft thickness (D), and the; aforementioned polariscope was illuminated it subdivides in many zones (10, 11, 12, 20, 21, 22, 35-38) -- having --; -- said at least one zone The transparency direction (13 43) over light inclines about said crystallographic axis (5, 39, 40, 41) of said zone in said zone. In said polariscope formed so that it might be located in the transparency flat surface specified with said transparency direction and said crystallographic axis whenever [axial thickness / of the; aforementioned zone / (D), and tilt-angle] and (NW) The difference of the optical path length of said field component in said zone is adjusted so that it may be in agreement with the predetermined relative phase lag in injection of said polariscope. Such all stacking tendencies of the transparency flat surface (13 43) of a zone (35-38) are polariscopes characterized by carrying out preliminary alignment so that the desired local desirable polarization direction may exist in said zone.

[Claim 2] The polariscope according to claim 1 characterized by forming said each zone (10, 11, 12, 20, 21, 22, 35-38) by the described approach.

[Claim 3] It has the birefringence component (4) which has an optical axis and the crystallographic axis (5) which aligned in parallel roughly. At least one deviation structure designed so that whenever [predetermined / for the zone / tilt-angle], and the inclination direction might be given (8), It is the polariscope according to claim 1 or 2 which 1** is assigned to said birefringence component to such each desirable zone, and is characterized by this birefringence component (4) being a single component which covers all the cross sections of said polariscope and spreads preferably.

[Claim 4] A polariscope given in either of the claims of precedence which the deviation structure (8) for deflecting the incident light (2) which met in said sloping transparency direction (13) is installed on the inlet-port side (6) of said birefringence component (4), and are characterized by to install the deviation structure (9) for making said deviation reverse on the outlet side (7) of said birefringence component (4).

[Claim 5] It is the polariscope according to claim 3 or 4 with which said birefringence components are a birefringence ingredient and the plate (4) especially made from magnesium fluoride or a crystal quartz, and said deviation structure (8 9) is characterized by the desirable thing directly fabricated on said inlet-port side (6) of said plate, and/or said outlet side (7).

[Claim 6] Said at least one deviation structure (8 9) is diffraction structure, especially the Rhine diffraction grating, and/or such at least one deviation structure is refraction structure and a thing especially like the configuration on the front face of Fresnel. And/or, the polariscope according to claim 3 to 5 which said at least one deviation structure is diffraction and refraction structure, and/or is characterized by said at least one deviation structure deflecting light in the same approach as a

hologram.

[Claim 7] It is spread and arranged so that some birefringence components (31-34) may cover the cross section and may cover the whole front face preferably. Such each component fabricates a zone and it has finite shaft thickness (D). And it is the polariscope according to claim 1 characterized by said transparency flat surface being specified by said crystallographic axis and said transparency direction by the crystallographic axis (39, 40, 41) of such each birefringence component becoming slanting about the transparency direction (43) of light.

[Claim 8] it designs so that said polariscope (1 30) may change the incidence circular polarization of light into the local linearly polarized light to inject -- having -- **** -- the injection light from said polariscope -- desirable -- a tangential direction -- or a polariscope given in either of the claims of precedence which it polarizes to radial and are characterized by said predetermined relative phase lag (G) being the quadrant wavelength of said incident light roughly preferably.

[Claim 9] Said polariscope (1 30) the incident light by which the linearly polarized light is carried out in the single direction in the whole cross-section top It is designed so that it may change into the local linearly polarized light to inject. The injection light from said polariscope desirable -- a tangential direction -- or the polariscope according to claim 1 to 7 which it polarizes to radial and is characterized by said predetermined relative phase lag (G) being 1/2 wave of said incident light roughly preferably.

[Claim 10] It is a polariscope given in either of the claims of precedence to which said especially plate (4) has axial larger thickness (D) than 100 micrometers, and it is characterized by said polariscope (1 30) and this axial thickness having the range from about 200 micrometers to about 600 micrometers preferably.

[Claim 11] A cross section is subdivided whenever [fixed polarization angle], and/or whenever [equal tilt-angle] in the small zone (10, 11, 12, 20, 21, 22, 35-38) of (NW). The illuminated whole cross section is covered and it does not leave a non-covering field preferably. Said zone preferably It is subdivided in a polygon and the small zone (10, 11, 12, 20, 21, 22, 35-38) the cross section of whose it is a hexagon preferably and/or is desirable equal magnitude and/or an appearance. The total of such a zone is a polariscope given in either of the claims of precedence characterized by being 10 or 100 or more order.

[Claim 12] A lighting system including the light source (51) for illuminating a mask (57) (53), And it sets to the microlithographic projection system which is the projection lens (54) which accompanies this lighting system, and equipped this projection lens for forming the image of the pattern which appears on said mask (57) on the image plane (60) of said projection lens. The microlithographic projection system characterized by incorporating at least one polariscope (1, 30, 63) according to claim 1 to 11 into said projection system (50).

[Claim 13] It is the microlithographic projection system according to claim 12 characterized by building said polariscope (63) into said lighting system (53) preferably between said light sources (51) and said masks (57) in the circumference of the flat surface joined to system opening (65) of said projection lens (54), and/or a polariscope being compatible.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the polariscope for changing into the injection flux of light which has the predetermined distribution in the polarization condition of changing locally on the cross section the flux of light which carries out incidence in accordance with an optical axis.

[0002]

[Related Art] In the case of a microlithographic projection lighting system, the polarization condition of the light used for image formation is frequently controlled alternatively, in order to offer higher image formation fidelity. A polariscope similar to what was described here will be installed in a lighting system and/or a projection lens, and will be used for this purpose.

[0003] Use as a lighting system is targeted and said type which generates the injection flux of light greatly deflected by radial on the all cross section of polariscope is known from the German patent official report No. 19535392. Radial polarization is convenient for use without the lens which has a typical numerical aperture in the range to about 0.5 - abbreviation 0.7 by those images side, and the antireflection film of a photoresist. This polarization is used here in order to suppress the disturbance by the polarization sensitization reflection in said photoresist produced in whenever [near the Brewster's angle which generates the optimal coupling of light to a photoresist / angle-of-incidence].

[0004] The mode of one operation of the polariscope which changes the incident light by which the linearly polarized light was carried out into the light which polarized to radial consists all the front faces of 1/2 wavelength plate of the hexagon of a wrap and a large number. Here, said 1/2 wavelength plate is made from the birefringence ingredient with which the crystallographic axis aligned about the direction of incoming beams, and 1/2 wavelength plate each changes the polarization direction of the incident light which met the radius vector which aligns on said optical axis and intersects said 1/2 wavelength plate. By rotating the polarization condition of incident light chiefly rather than being based on filtering, this divided array generates predetermined distribution of the request of a desirable polarization condition which changes locally, and, thereby, can attain high permeability. It is difficult to assemble said type of polariscope by those divided structures. Furthermore, the thickness is determined as the crystallographic axis of the field component which polarized at the right angle mutual [which are used / the wavelength and mutual] according to the difference of a right-angled refractive index, a polariscope is very thin, and installation of said type of component will be made more into difficulty depending on related wavelength and the ingredient used.

[0005] In order to prevent on a photoresist the image formation which was able to be distorted, it is a flat surface to radial. - The projection lighting system for using it with micro lithography which also introduces the light which polarized is known with the United States patent official report No. 5,365,371 and a related CIP patent, and the United States patent official report No. 5,436,761, and the mode of some operations of a polarizing filter which brings about high transmission loss is shown. A radius polariscope is installed [near the flat surface of a projection lens pupil or a system stop].

[0006] The catadioptric projection lens which is located in the flat surface of the pupil and which is

formed so that it may have the divided polarizing plate is known with the United States patent official report No. 5,691,802. Although said divided plate generates mutually the flux of light of noninterfering of the pair which creates a separate image plane and increases the lens depth of the field to it by having the circular internal zone and the annular external zone which have the linearly polarized light which intersects perpendicularly mutually, and a different refractive index, it is helpful as the whole.

[0007] When it is used having combined with the front face of a cone form, it polarizes to either radial or a tangential direction preferentially about those opticals axis, namely, the axicon array which is used for generation of the injection flux of light which has the changing desirable axial symmetry distribution and to deflect is known with the United States patent official report No. 4,755,027 in all the locations in those cross sections.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The technical problem of this invention is offering the polariscope characterized with a simple design, a low manufacturing cost, and high permeability.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In order to change into injection light with axial symmetry distribution of the desirable polarization direction a straight line or the incident light which polarized circularly, it has the intention of the polariscope by this invention so that it may be especially suitable.

[0010] When the solution means of this invention is illustrated, it is the polariscope which has the property stated to claim 1.

[0011]

[Embodiment of the Invention] The mode of useful operation of this invention is described in the subordination claim. The vocabulary which has appeared in said all claims is used from the contents of this specification.

[0012] In the case of the polariscope in the semantics of this invention, the element of at least one birefringence which has a crystallographic axis and finite shaft thickness is installed for the creation of a phase shift between the field components which polarized at the right angle at both the injection light from said polariscope. The cross section where said polariscope was illuminated is subdivided by much the zones or the fields which are arranged so that all the cross sections may be covered preferably. One [at least] of said the zones is formed so that the direction which light penetrates may become slanting about the crystallographic axis of the zone. Preferably, such each zone should be formed by this approach. About the direction of said crystallographic axis, the transparency in the include angle related with the crystallographic axis is larger than 0 degree, and is characterized according to the transparency direction leaned at the include angle of less than 90 degrees. Said transparency direction and said crystallographic axis limit the flat surface of transparency. It carried out axial thickness and said shaft outside, it was mutually related and whenever [each tilt-angle / of - transparency zone] was chosen so that it might be equivalent to the predetermined phase lag after the difference of the optical path of said field component passes said polariscope, and said phase lag has covered all the cross sections identically preferably. It carries out the orientation of said transparency flat surface, and such each shaft outside, and the direction of said inclination for a transparency zone is chosen so that the desired suitable local polarization direction may be acquired in respect of the outlet.

[0013] Therefore, said polariscope acts as a phase lag plate in each of that zone, and light removes a shaft and it penetrates. Phase lag $G=Wx|n_{ao}-n_o|$ is equivalent to the product of difference $n_{ao}-n_o$ of the refraction characteristic n_{ao} of an extraordinary ray, and the refraction characteristic n_o of an ordinary ray to the field component (an extraordinary ray and ordinary ray) which intersects perpendicularly with the optical path length W who passes along the transparency direction between the inlet-port side and its outlet side, and who crossed, and both the pair and which polarized. Here, the difference of said refraction characteristic to said field component which determines said phase lag partially is established by setting whenever [said tilt-angle] appropriately whenever [tilt-angle] depending on the type of NW and the birefringence ingredient of relation.

[0014] For example, since axial thickness produces predetermined phase lag, it means that it ****s and must be chosen greatly that the difference of the refraction characteristic set to 0 in accordance with said

crystallographic axis becomes comparatively low when the small include angle of an inclination is set about said crystallographic axis. This can simplify the assembly of a polariscope and handling by this invention, and can also make them from the form of a free component if needed. Selection of axial thickness can be used so that an operation of a polariscope may be adapted for the polarization condition of the light by which incidence is carried out, and polarization distribution of the request to the light injected. For example, the circular polarization of light which carries out incidence to said polariscope will be changed into the linearly polarized light [each] injected by said zone from the outlet side when the phase lag of the quadrant wavelength of said light is set. Modification of said inclination direction will make it possible to carry out orientation to either a tangential direction or radial about making orientation carry out in the suitable polarization direction on the outlet flat surface of such each zone, for example, the optical axis of a polariscope. it permits that the set of phase delay rotates locally the polarization flat surface of the transmitted linearly polarized light to the incident light by which the linearly polarized light was carried out about 1/2 wave, and the polarization flat surface of said transmitted linearly polarized light carries out orientation to sequence about an optical axis -- having -- desirable suitable selection of the local direction of the inclination in said zone -- leading -- an optical axis -- being related -- a tangential direction -- or orientation is carried out to either of radial.

[0015] In the useful advance having the birefringence component equipped with the crystallographic axis by which orientation was roughly carried out in parallel to the optical axis of a polariscope, i.e., the direction in which incident light was chosen for whenever [tilt-angle], and its zone The deviation structure [each] which polarizes so that it may pass through said zone becomes remarkable by being assigned of said zone of said birefringence component in each. Formation of the non-divided polariscope which uses a wrap and a single birefringence component for all the cross sections of said polariscope, which was designed simply and which was made especially easily is enabled.

[0016] Said birefringence component should have preferably the deviation structure which cancels said deviation so that the deviation structure which aligned on the inlet-port side, and light may come out in parallel to the direction of incident and which aligned on the outlet side, in order to carry out incident light shaft outside and to deviate in the transparency direction. For example, said birefringence component is fabricated from the flat-surface-parallel plate made from magnesium fluoride or a crystal quartz, and said deviation structure is created in that case by offering the zone appropriately constituted on the inlet port and/or an outlet front face. Even if essentially have the form of a thin plate, use of the single polariscope which consists of an activity component optically is attained and the available tooth space for it is restricted by this, it is incorporable into the location for which it was [in the projection lighting system] suitable.

[0017] Although said upper each deviation structure of said zone polarizes the light to the transparency direction chosen for the zone which carries out incidence on each of said zone Are useful to canceling said polarization. In that case or said deviation structure For example, it is one of the structures where a type is similar to for example, the diffraction structure where a type is similar to the Rhine diffraction grating or a blazed diffraction grating in order to create the refraction structure where a type is similar to the Fresnel front face, and both optical diffraction and refraction contribute to said polarization. Holography structure is also possible.

[0018] Probably, it will be useful to that of a wrap to some extent in the whole cross section where said polariscope was illuminated, when the cross section where said polariscope was illuminated is subdivided in the small field or a small zone, for example, the small hexagon zone of a fixed deviation. The zone of a triangle, other the zone which carried out the polygonal appearance preferably, for example, square, or, is also possible. The total of said field or a zone so that said zone may have typically the cross-section field which occupies 1% - 10% of all the cross-section fields of said polariscope preferably less than an average of 10% Preferably, it should consider as the range beyond it from 10 to 100, and in that case, the dimension of said zone is adjusted so that it may be locally [a request] suitable for the direction tolerance of the suitable polarization direction, and in the case of the mode of suitable operation of said polariscope, it will become at **2% or less at a quantity outline target. It will become possible to reach almost continuous distribution of polarization a desired local

tangential direction or radial [desired] by use of the smaller zone of magnitude. The structure which has continuous transition from the zone to the zone, and the boundary of a zone which is not fully limited express another possibility. It is possible similarly to remove the tooth space of a narrow sky between zones [activity / above], and when said especially polariscope is used for a lighting system, it approves.

[0019] The polariscope of the described type has especially the cheap thing to make. Even the thing equipped with the biggest possible diameter of 20cm or 30cm has [the crystal of the raw silicon dioxide or magnesium fluoride equipped with the stacking tendency for which those crystallographics axis are needed] those birefringent plates, especially an available silicon-dioxide crystal in an assembly. Only such a single plate is made typical comparatively strongly from the need of assembling in order to make a polariscope, with the thickness which is several/10mm, and the handling between assemblies is easy for it. The structure on the front face of said plate of said deviation, i.e., diffractive and/or refractivity, is assembled using a suitable RISOGURAFIKKU process, in order to maintain assembly cost low, when a majority of such plates are assembled. Said structure is also fundamentally created by the mechanical approach.

[0020] Another class of polariscope by this invention covers the cross section, and aligns, and preferably, in the whole front face, by the wrap and some birefringence components, each crystallographic axis of a characterization eclipse and said birefringence component is aslant leaned by the approach described first about the optical axis of a polariscope so that whenever [desired tilt-angle], and a direction may be acquired from the special zone of relation. the point that the crystallographic axis of each zone inclines about said optical axis and the flat surface of said plate in the case of the polariscope [according / the polariscope which is related here and which was divided in this way / to this invention] -- removing -- the [German patent official report] -- the voice of these operations shown in drawing 1 of DE No. 19535392 -- it is [like] similar and is constituted.

[0021] This invention relates to the microlithographic projection system incorporating at least one same polariscope. In order that said projection system may illuminate a mask, said lighting system with which it has the light source, for example, the lighting system equipped with laser, and a projection lens accompanies carries out image formation of the pattern on said mask on the image plane of said projection lens, and there is a wafer by which coating was carried out in the layer of a photoresist in the item constituted. Incorporating one or more polariscopes by this invention will make it possible to use the optical capacity of relation completely. For example, a polariscope is used, and since reflection with all these lenses that accompany said polariscope in said photoresist and an optical train by improving effectiveness and homogeneity by polarizing the transmitted flux of light to radial is reduced uniformly, light will be connected in said layer of a photoresist. At the big include angle of under a Brewster's angle, for the light which carries out incidence, it is the location where optical reinforcement becomes the minimum, and said effectiveness becomes the most remarkable by the fall of the optical reinforcement produced near the edge of the illuminated field. Are any bad influences to the spatial resolution containing the light scattered about in the interface between said photoresist and said wafer by the scattered light homogenized and reduced?

[0022] On the other hand, polarization of a tangential direction is useful when the numerical aperture by the side of the photoresist by which the acid-resisting coat was carried out, and a very high image is used, and interference fringe contrast will become a decisive factor. Interference fringe contrast will become the maximum when duplex flux of light interference of the flux of light of the pair to which rectangular orientation of the polarization is carried out to the flat surface which carries out incidence arises. It is admitted that polarization of a tangential direction permits the remarkable increment in interference fringe contrast.

[0023] The polariscope by this invention is arranged preferably between in a lighting system (i.e., said mask illuminated by said light source and said light source). In the case of the polariscope which it makes radial deflect, especially the thing for which said polariscope is arranged near the origin of a beam path is useful so that light can be used for the lens which accompanies said polariscope in an optical train in the advantage of radial polarization at eye a join pig. However, the conoscope with the

thing used in order to shorten the optical element of the symmetry, for example, the die length of a lighting system, or the thing used on a catadioptric projection lens changes the polarization condition of incident light, and it should usually be put into it by consideration. In the direction which light penetrates, it is useful to arrange said polariscope after the unsymmetrical component for the last polarization about the optical axis of a lighting system, in order to obtain the transparency by which the maximum of the polarization distribution which spreads in all the directions from the outlet of a polariscope to the image plane of a projection lens is not disturbed. A component may be the deviation mirror of the last [case / of the system which has the projection lens which consists of the optical element of refractivity chiefly] of said lighting system, or may be the mirror of the last [case / of a catadioptric projection lens] of said projection lens.

[0024] Said polariscope is built into said lighting system, and especially the array located in the flat surface combined with the flat surface of said projection lens stop is suitable. In that case, since effect may be done without the need of incorporating a polariscope around said, consequently said polariscope satisfies the phase of a lighting system, and the requirement of the polarization flux of light easily to distribution of the polarization in the circumference of a system stop of said projection lens, it is useful, and it will become difficult far, when the polariscope is built into said projection lens.

[0025] However, all, as mentioned above, when [of the component which follows said polariscope in an optical train] any big effectiveness cannot be found to polarization, or only when those effectiveness is canceled mutually, it becomes possible to copy correctly the polarization distribution which has spread at the outlet of said polariscope.

[0026] Since they are exchanged in the polariscope of other types, for example, the flat surface of said wafer, with the polariscope which gives the circular polarization of light, radial polarization, or polarization of a tangential direction so that it may be required by special application of relation, said convenient array of the polariscope in the location which is not the risk in a lighting system has given them compatibility.

[0027] each description is independent in the field of others [the beginning and other properties can be understood also not only in a claim but in detailed explanation and a detailed drawing, and] as a mode of operation of this invention -- it is -- it is used in the combination, and it is separately useful and the mode of operation with patentability is shown.

[0028]

[Example] Drawing 1 describes the mode of suitable operation of the polariscope (1) by this invention for changing the incident light (2) by which the circular polarization of light was carried out into the light (3) which polarized to radial at the outlet. The core of a polariscope radial [said] is the flat-surface-parallel plate (4) made from the crystal of the optical single shaft of an anisotropy, and this crystallographic axis is that flat surface. - It is roughly parallel to the front face (6 7) of an parallel outside. The ingredient with which said plate was made is permeability to the light of actuation wavelength, and suitable actuation wavelength is in an ultraviolet-spectrum field, and is less than about 260nm. For use on the wavelength of 157nm, the plate (4) of the aforementioned single object is made from magnesium fluoride, or is made from magnesium fluoride or a quartz (silicon dioxide) for use on the wavelength of 193nm. To a system optical axis, the crystallographic axis (5) of said plate (4) is parallel, and it is inserted in the path of the flux of light so that the front face (6 7) of the outside may intersect perpendicularly. Typically, about like 0.5mm - 3mm, it is several/10mm about, and the axial thickness (D) of said plate becomes large enough, and if needed, when attached, it becomes independent. Said plate is held with a self-weight in an actuated valve position on it, and the base material made from an isotropic ingredient, for example, quartz glass, or an isotropic calcium fluoride can also be installed in order to support said plate.

[0029] The deviation structure (8 9) equipped with the polarization property relevant to mutual is fabricated on the inlet-port side (6) of said plate, and an outlet side (7). In the case of the shown example, said deviation structure has the form of a hexagon zone, and all the range of the inlet-port side (6) of said plate and an outlet side (7) is covered. It operates similarly so that there may be deviation structure and the specified diffraction grating may be formed in the zone of such each hexagon, and the

stacking tendency of the specified latter parallel straight line usually changes in every zone (10 11) with each one of circular measure.

[0030] Work of said polariscope is explained based on the diffraction structure (10) (on the field (6) of the upper part of said plate) relevant to mutual [above], and the operation (12) and (on field (7) of the lower part of said plate). The light (2) which carries out incidence to parallel with the optical axis of said system hits said deviation structure (10) on said inlet-port side (6) of said plate. This transparency of a diffraction grating will polarize so that the direction (13) where the sequence that the 1st of said radiation is diffracted is penetrated by diffraction through said plate (4) in the radiation which carries out incidence may become slanting about the latter crystallographic axis (5). Here, all the transparency directions that are not even if it is not parallel, either and intersects perpendicularly to said crystallographic axis (5) are interpreted as "slant." Such a transparency direction is characterized by (NW) whenever [in the 0 degree or more range of less than 90 degrees / tilt-angle]. Since said diffraction structure (12) on said outlet side (7) of said plate eliminates the polarization generated by said structure (10) on the inlet-port side (6) of said plate and has the same diffraction-grating constant as the latter structure (10), to the optical axis of said system, in parallel, each other will be offset about said incident light, and the light (3) injected from said plate will be replaced. The relation of relation is greatly exaggerated in drawing 1 . The direction and the transparency direction (13) of said crystallographic axis (5) limit a transparency flat surface, and Rhine of said polarization diffraction-grating structure (10) and the line (14) which intersects said inlet-port side (6) of said plate cross at right angles, and limits the inclination direction. The correlation of the optical path length (W) to whom light crosses the inside of said crystal which met in the transparency direction (13) in (NW) whenever [thickness / of said plate / (D) and said tilt-angle] is shown by $W=D/\cos(NW)$.

[0031] By the birefringence of the ingredient with which said plate (4) was made, propagation and the one amplitude direction (15) of said component have the light wave length having the two amplitude directions which intersect perpendicularly mutually, i.e., the light wave length who has the form of the field component which intersects perpendicularly mutually, and which polarized, in said transparency flat surface in the inside of said plate, and said transparency flat surface and another amplitude direction (16) of said component cross at right angles. On this patent application, the aforementioned component (16) which the aforementioned component (15) which sways in said transparency flat surface is named an "ordinary ray" (subscript o), and intersects perpendicularly and sways is named a "extraordinary ray" (subscript ao). Generally, probably a different refractive index, the refractive index no of an ordinary ray, and the refractive index nao of an extraordinary ray change according to the transparency direction of relation, and, in the case of a birefringence ingredient, are applied of said component in each. Those interrelations in the case of the negative single shaft of a birefringence crystal are roughly shown in drawing 2 . The refractive index no of an ordinary ray is the same in all directions, and, on the other hand, the refractive index nao of an extraordinary ray changes according to (NW) about said crystallographic axis (5) whenever [said tilt-angle] as generally known. It will disappear, namely, no will become equal to nao in accordance with said crystallographic axis (5), and those difference $\text{deltan} = |\text{nao} - \text{no}|$ will reach maximum deltanmax towards intersecting perpendicularly. Although the field component which intersects perpendicularly with mutual [said] and which polarized is injected toward the same direction to said birefringence ingredient, it is accompanied by phase lag G shown by $G = W \times |\text{nao} - \text{no}|$, as known from the theory about a phase lag plate.

[0032] The special description of said polariscope is set to the value which (NW) has within the range restricted by a certain limit value by formation of suitable dimensioning and/or said deviation structure whenever [said tilt angle], and in the case of the diffraction grating structure of the shown convention, whenever [said tilt angle] will increase as the diffraction grating constant (distance between adjoining Rhine measured by intersecting perpendicularly to said Rhine) decreases. So that I may be understood from drawing 2 said difference deltan of the refraction characteristic of an ordinary ray and an extraordinary ray A very low value may be presented and it becomes the small flat surface of those greatest mere difference deltanmax(es) . Whenever [small tilt-angle] near That is, it will reach, when said transparency direction (13) is almost in agreement with said crystallographic axis (5) and said

direction of optical propagation (13) and the include angle between said crystallographics axis (5) become a right angle. An opportunity to set up a very low difference in the refractive index of the said ordinary ray and said extraordinary ray of the plate made from the predetermined ingredient created by this invention It is connected with the thickness (D) of said plate required to generate desired phase lag G in the case of the polariscope by this invention, said polarization component in the outlet of said polariscope is several times larger compared with the conventional phase lag plate, and the propagation direction of incident light is a rectangular cross at those crystallographics axis. This invention is useful when using the polariscope especially equipped with the desirable big cross section by becoming possible to avoid a thin polariscope in this way with bad convenience.

[0033] In the case of the mode of the operation shown in drawing 1 Whenever [said thickness / of said plate / (D), and said tilt-angle] (NW) Choose the diffraction-grating constant for which it is suitable for said polarization diffraction grating, and it is set. It is chosen in order to give phase lag G between said field components (15 16) of said transmitted light of the quadrant wavelength of said incident light on said optical path (W), and it is changed into the injection light which is similar with the case of a quadrant wavelength plate and to which the linearly polarized light of the incident light by which the circular polarization of light was carried out was carried out in the outlet side. Whenever [said tilt-angle], probably in the case of the mode of other operations, said thickness (D) of (NW) and said plate adapts itself mutually, it is similar to it with the case of 1/2 wavelength plate, and the phase lag between said polarization components will become 1/2 wave. Said type of polariscope is suitable for the rotatory polarization of the incident light by which the linearly polarized light was carried out.

[0034] The stacking tendency of said suitable polarization [each of said zone on said polarizing plate to inject] direction of a sake is changed by orienting said upper each deviation structure of said zone. The latter stacking tendency will determine the stacking tendency of the transparency flat surface of such each zone, namely, will determine it locally, therefore, similarly the stacking tendency of the amplitude flat surface of the field component (15 16) which polarized by intersecting perpendicularly with mutual [above] will be determined. The stacking tendency of said component (15 16) is also named "the guided crystallographic axis."

[0035] each such [said slanting polarization of the polariscope by this invention] zone top -- a tangential direction -- or it polarizes to either of radial, namely, polarizes from incident light (2) locally to either a tangential direction or radial, and is used for generation of injection light (3) -- I will come out. However, in the case of the incident light to which the circular polarization of light of said slanting polarization was carried out, it is 45 degrees in include angle, and is explained more to a detail based on drawing 3 which is the top view of the polariscope shown in drawing 1 so that orientation of said guided crystallographic axis (15 16) may be locally carried out at the include angle of 45 degrees about the stacking tendency of radial [on the outlet side of said polariscope / desired], or a tangential direction. All the results of the stacking tendency of Rhine on the diffraction grating of said deviation structure shown by the intersection (14) of the front face (6) of the upper part of said plate and said transparency flat surface, the stacking tendency of the transparency flat surface determined by it, and the stacking tendency of said guided crystallographic axis (shown by the arrow head) are shown. each -- being such -- a facet -- being related -- **** -- a radius vector (23, 24, 25) -- said -- a polariscope -- an optical axis -- (-- 26 --) -- a top -- happening -- relation -- a facet -- a core -- a passage -- some -- choosing -- having had -- a hexagon -- a zone (20, 21, 22) -- a sake -- the same -- being shown -- having -- **** .

[0036] In order to obtain the light which polarized to radial at the outlet of said polariscope, said guided crystallographic axis (15 16) Since orientation must be locally carried out to the include angle of 45 degrees about radial [of said zone / each], said both Rhine on each the flat surface of said transparency of said zone, and each the structure of said diffraction Change the incident light by which orientation was carried out and the circular polarization of light was carried out at the include angle of 45 degrees about radial [each] into the light by which the linearly polarized light was carried out. It becomes the cause of bringing about the facet of such each quadrant wavelength, and the polarization direction [/ near the core of said facet] aligns correctly in accordance with radial [of the facet] so that it may come out from the outlet side (refer to drawing 4). It will be understood that said diffraction structure of

bringing about said polarization has the die length of finite since the field of the magnitude of the finite equipped with fixed polarization or a zone is fabricated, although the arc is drawn toward the outside like a turbine blade from the optical axis (26) of the center of said polariscope. Especially balking permitted by the max of the permissible direction in which the maximum acceptance is possible, i.e., the local direction of the polarization on the whole outlet side front face of said polariscope, will be set by accommodation of the magnitude of polarization radial [desired] to said zone to each related application. As for the boundary of a predetermined zone, the continuous transition between local stacking tendencies becomes nothing possible.

[0037] The principle of this invention is explained based on the example of the mode of the same operation, and is similarly applied to the polariscope which meant use with other types immediately. For example, at the outlet based on the structure shown in drawing 3, the polariscope for changing the incident light by which the circular polarization of light was carried out into the light which polarized to the tangential direction is obtained by rotating 90 degrees of Rhine on said diffraction grating of the each the structure of said deviation of said zone about the direction of said crystallographic axis. The light injected from each outlet side of said zone polarizes to a tangential direction after that, as drawing 5 is shown.

[0038] Said principle for example, for the generation of light which has the polarization direction of a request of the radial polarization shown in drawing 4, or polarization of the tangential direction shown in drawing 5 and by which the linearly polarized light was carried out The linearly polarized light is carried out to the single direction on the whole cross section by being used similarly, covering such each zone and rotating locally the polarization flat surface of the light which is injected from said zone and by which the linearly polarized light was carried out from incoming beams. In order to obtain the same thing, the thickness (D) of said plate should adapt itself to (NW) whenever [said tilt-angle] on the optical path length (W) depending on whenever [tilt-angle / of relation] by whom it usually reached and the difference in the refractive index of an extraordinary ray was crossed by the transmitted light so that 1/2 wave of desired phase lag arises. Furthermore, to such each zone, on the bisector of the include angle with which the guided crystallographic axis is connected between the polarization directions of said incident light, such as a tangential direction or radial, and the desired polarization direction, as said deviation structure aligns correctly locally, it must align. In the case of 1/2 wavelength plate, in one of said the guided crystallographics axis, it is well known by reflecting the direction of propagation of said incident light that the polarization direction of injection light will be acquired. In the case of the above-mentioned phase lag, in the case of the mode of suitable operation of said polariscope, the phase lag which separates **5% to **10%, and changes will arise from desired quadrant wavelength or 1/2 wave of phase lag depending on change of whenever [thickness / of said plate /, and incident angle / of said incident light].

[0039] Drawing 6 shows the example of the mode of other operations of the polariscope by this invention. However, said polariscope (30) which is the configuration of the flat-surface-parallel plate similarly equipped with axial thickness (D) differs from the mode of the operation shown in drawing 1 in that each usually consists of some birefringence components (31-34) which have a hexagon appearance. A birefringence component contacts optically, for example, each other is attached, does not leave the gap between said components, but it is assembled in the shape of a mosaic so that a plane polariscope may be fabricated. The dimension of said hexagon zone (35-38) is in agreement with the dimension of the hexagon zone shown in drawing 1. As for said optical element (31-34), those crystallographics axis (39, 40, 41) are omitted from the block of a birefringence ingredient, respectively so that it may become slanting about the front face of the side face of said hexagon zone, and the front face of the upper part/lower part. (NW) is [whenever / tilt-angle / of the crystallographic axis of such each component about the optical axis (42) of said polariscope] the same about said all components. It means the optical elements which adjoined in spite of it differing mutually on the shown segment in the point that those crystallographics axis serve as the different angular position about said optical axis (42) of said polariscope, and said crystallographic axis of said optical element becoming entangled about said optical axis (42) except for a certain neighborhood, namely, receiving mutually, and not becoming

parallel. The aforementioned tangle becomes the cause by which each transparency flat surface of said optical element limited with those each transparency direction (43) and crystallographics axis has a different stacking tendency so that it may be roughly shown by the intersection (44, 45, 46) of said transparency flat surface of said three optical elements (32, 33, 34), when light penetrates along an parallel direction (43) to said optical axis (42).

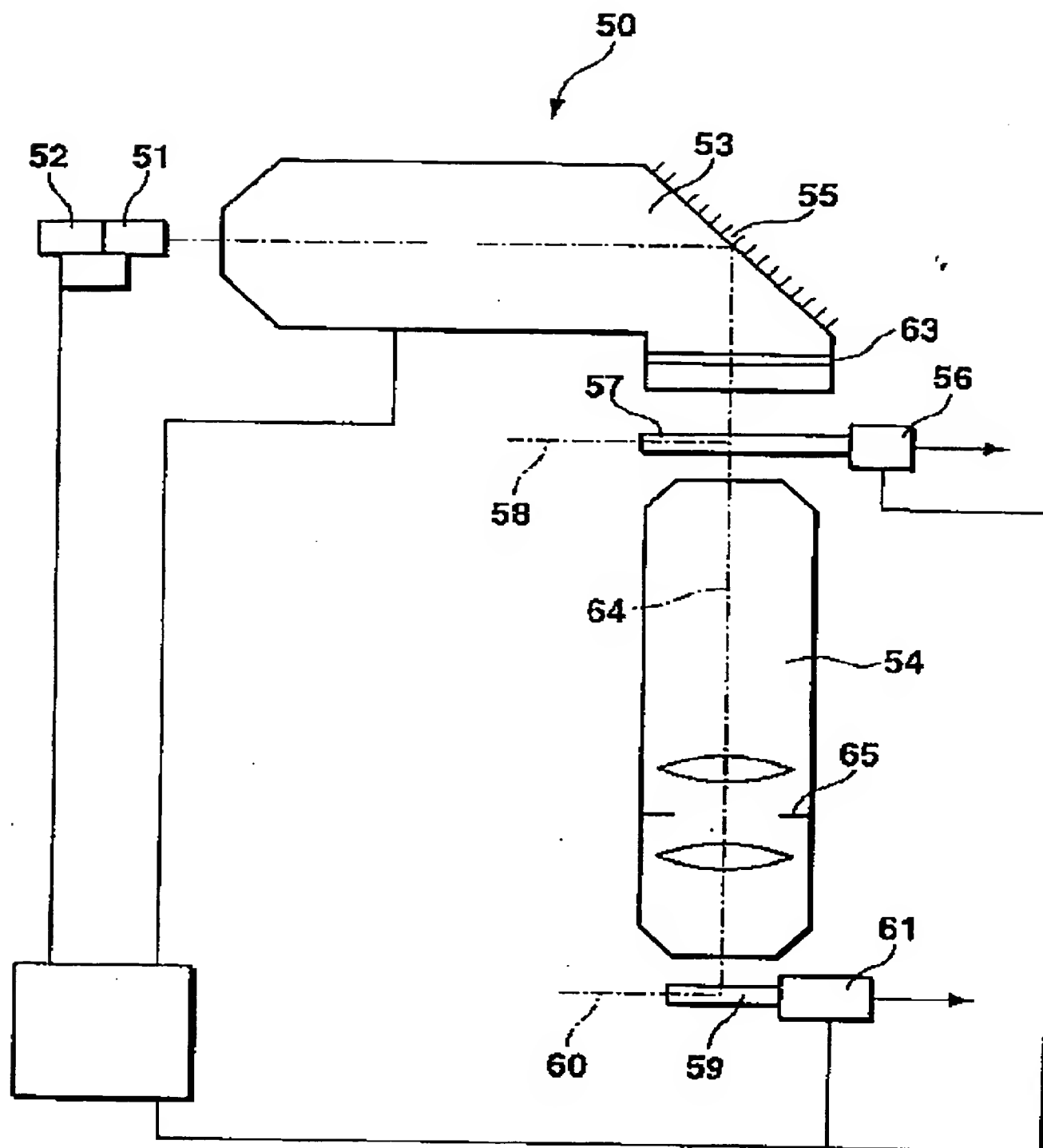
[0040] In the case of the mode of the operation mentioned above, the principle of a phase lag plate is used for said polariscope for the work. In case it goes into said polariscope, it is decomposed to the ordinary ray and extraordinary ray which are spread at a different rate determined with the refractive index applicable to each one, and incident light is connected with phase lag G shown by $G=Wx|n_{ao}-n_o|$. The optical path length (W) crossed at this time is equal to the thickness (D) of said plate, and the difference of the refractive index shown in drawing 2 is determined by (NW) whenever [said tilt-angle], and whenever [that tilt-angle] is determined when said optical element is cut from the big block of a crystalline ingredient. In the case of the mode of operation by drawing 1, by choosing the difference of the refractive index corresponding to (NW) and it whenever [smaller tilt-angle], said thickness (D) of said plate is made greatly enough so that handling may become easy. In case the circular polarization of light is locally changed into the linearly polarized light, said thickness (D) should be chosen so that the phase lag produced as a result may become equal to said optical quadrant wavelength. If the polarization flat surface of the linearly polarized light rotates, said phase lag should be set to $1/2$ of said wavelength. In order to carry out orientation by the similar approach shown in drawing 3 in order to be determined by the stacking tendency of each transparency flat surface and to produce a radial polariscope or to produce the polariscope of a tangential direction, 90 degrees of stacking tendencies of the polarization flat surface of each injection light of said optical element by which the linearly polarized light was carried out may be rotated. The one main advantage of the mode of this operation is that that need is lost, in order to use the deviation structure which needs some a little complicated fabrication operations.

[0041] Drawing 7 shows the microlithographic projection lighting system (50), and has equipped the polariscope by this invention. Said systems are a wafer scanner / wafer scanner, when [this] special, and they emit the flux of light by which the linearly polarized light was carried out including the laser light source (51) equipped with the equipment (52) for narrowing bandwidth of that laser. A lighting system (53) is adjusted by the tele cent rucksack nature requirement of the projection lens (54) which generates the illuminated homogeneous field to the big altitude limited clearly, and accompanies it in an optical train. Said lighting system (53) is changed to the conventional lighting which has equipment for selection in lighting mode, for example, was equipped with a coherence factor, the illuminated annular field and an adjustable dipole (dipole), or adjustable mulberry DORAPORU (quadrupole) lighting etc. Said lighting system contains conoscope (55), in order to reduce an overall length. The equipment (56) for maintenance of a mask (57) and actuation accompanies said lighting system, and said mask is in the image plane (58) of said projection lens (54), and it is arranged so that said flat surface may be covered by use of a scan driving gear and it can translate. Said projection lens (54) projects the image with which said mask was reduced on the wafer (59) in which coating was carried out by the layer of a photoresist. It is designed so that it may be reducing glass of the axial symmetry only containing a dioptrics component. It aligns in the image plane (60) of said projection lens (54), and said wafer is held by the equipment (61) containing a scan driving gear in a proper place, in order to make it possible to translate said wafer under synchronization equipped with said mask (57). Said all systems are controlled by the control unit (62).

[0042] Within said lighting system (53), the polariscope (63) by this invention inserted in the optical train of said system accompanies said conoscope (55), and said polariscope is formed in it as either a monolithic plate like the mode of operation shown in drawing 1, or the divided polariscope as shown in drawing 6. The axial thickness of said polariscope operates by $1/2$ wavelength plate and the similar approach, and it is chosen so that the incident light which polarized in the direction of a straight line on the whole cross section may be changed into the light which it polarizes to radial and is injected in the outlet side, as shown in drawing 3. Since polarization radial [said] is located in the flat surface (58) of

said mask, is transferred to said image plane (60) and does not have components, such as a mirror, said polariscope which acts on said polarization accompanies. Especially, with high numerical aperture, polarization radial [said] has useful effectiveness in the permeability of the lens in which said projection lens (54) carried out the coat, and a wafer throughput increases it by making the reinforcement of a projection image increase. Said polariscope (63) is arranged in accordance with the optical axis (64) of said system so that it may be located in the flat surface joined to the flat surface of a system stop (65) of said system, and it becomes possible to generate the linearly polarized light in the circumference of said system stop. Since this is the operation in the location of said projection lens pupil, it becomes unnecessary for installation to have been difficult or not to be installation anyway in the case of many highly efficient lenses, since the available tooth space for optical elements was restricted, but to add an optical element around said more than it.

[Translation done.]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-35822

(P2003-35822A)

(43) 公開日 平成15年2月7日(2003.2.7)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード*(参考)
G 0 2 B 5/30		G 0 2 B 5/30	2 H 0 4 9
27/18		27/18	Z 2 H 0 9 9
27/28		27/28	Z 5 F 0 4 6
G 0 3 F 7/20	5 2 1	G 0 3 F 7/20	5 2 1
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/30	5 1 5 D
審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 11 頁)			

(21) 出願番号 特願2002-144608(P2002-144608)

(22) 出願日 平成14年5月20日(2002.5.20)

(31) 優先権主張番号 1 0 1 2 4 8 0 3. 2

(32) 優先日 平成13年5月22日(2001.5.22)

(33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(71) 出願人 501481425

カール ツァイス セミコンダクター マ
ニュファクチャリング テクノロジーズ
アーゲードイツ連邦共和国、 73447 オベルコッ
ヘン、 カール・ツァイス・ストラッセ
22

(72) 発明者 カール・ハインツ シュースター

ドイツ連邦共和国、 89551 ケーニッヒ
スブロン、 レヒベルクストラッセ 24

(74) 代理人 100074538

弁理士 田辺 徹

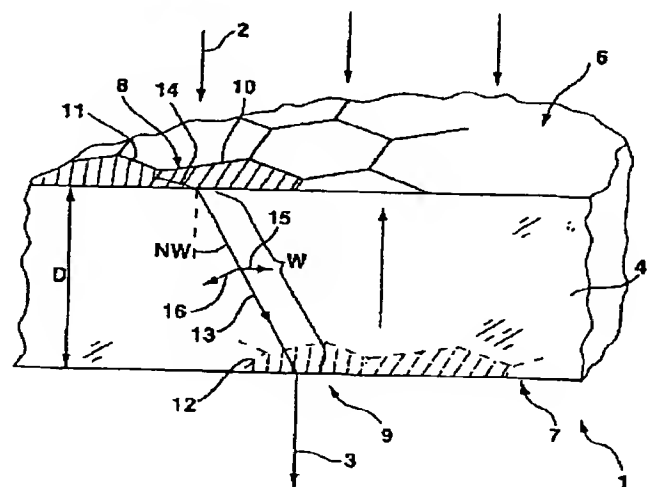
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 偏光器および偏光器を備えたマイクロソグラフィ投影システム

(57) 【要約】

【課題】 単純なデザインで、低い製造原価と高い透過率を可能にする。

【解決手段】 直線偏光されたあるいは円偏光された入射光を、半径方向あるいは接線方向に偏光された射出光に、実質上、透過損失なく変換するに適した偏光器は、その実施の態様のうちの一つにおいて、複屈折材料から作られた板を有し、その入口面および出口面の上に、回折格子あるいはフレネル表面の形状の偏向構造(8, 9)を備えた小さなゾーン(11, 12)が作成されている。前記複屈折材料の結晶軸(5)は入射光束と平行に整列されている。前記偏向構造は、前記結晶軸(5)に対して傾斜した透過方向(13)に沿った光を偏向し、透過した光のフィールド構成要素間の移相を引き起こす。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光学軸に沿って入射する光束を、その断面上で、局部的に変化する偏光状態の、所定の分布を有する射出光束へ変換するための偏光器であって：少なくとも一つの複屈折素子（4，31～34）は、相互に直交偏光された、透過光のフィールド構成要素間で移相の生成を目的として、結晶軸（5，39，40，41）および有限軸厚（D）を有し；前記偏光器の照明された断面は、多数のゾーン（10，11，12，20，21，22，35～38）に細分され；少なくとも一つの前記ゾーンは、光に対するその透過方向（13，43）が、前記ゾーン内の前記ゾーンの前記結晶軸（5，39，40，41）に関して傾斜され、かつ前記透過方向および前記結晶軸により規定された透過平面に位置するように形成された前記偏光器において：前記ゾーンの軸厚

（D）および傾斜角度（NW）は、前記ゾーン内の前記フィールド構成要素の光路長の差が、前記偏光器の射出における所定の相対的位相遅れに一致するように整合され、すべてのそのようなゾーン（35～38）の透過平面（13，43）の配向性は、所望の局部的な好ましい偏光方向が前記ゾーン内に存在するように予備整列されることを特徴とする、偏光器。

【請求項2】 個々の前記ゾーン（10，11，12，20，21，22，35～38）が、記述された方法で形成されることを特徴とする、請求項1に記載の偏光器。

【請求項3】 光学軸と概略的に平行に整列された結晶軸（5）を有する複屈折素子（4）を備え、そのゾーンののための所定の傾斜角度および傾斜方向を与えるように設計された少なくとも一つの偏向構造（8）、好ましくは個々のそのようなゾーンに対して一つ、が前記複屈折素子に割り当てられ、該複屈折素子（4）は、好ましくは、前記偏光器の全断面を覆って広がる、単一の素子であることを特徴とする、請求項1または請求項2に記載の偏光器。

【請求項4】 前記傾斜した透過方向（13）に沿った入射光（2）を偏向するための偏向構造（8）が、前記複屈折素子（4）の入口面（6）の上に設置され、前記偏向を逆にするための偏向構造（9）が前記複屈折素子（4）の出口面（7）の上に設置されることを特徴とする、先行の請求項のいずれかに記載の偏光器。

【請求項5】 前記複屈折素子が、複屈折材料、特に、フッ化マグネシウムまたは結晶石英から作られた板（4）であり、前記偏向構造（8，9）が好ましくは前記板の前記入口面（6）および／または前記出口面（7）上で直接に形成されることを特徴とする、請求項3または請求項4に記載の偏光器。

【請求項6】 少なくとも一つの前記偏向構造（8，9）が回折構造、特に、ライン回折格子であり、および／または少なくとも一つのそのような偏向構造が屈折構

造、特に、フレネル表面の形状のようなもので、および／または少なくとも一つの前記偏向構造が回折および屈折構造であり、および／または少なくとも一つの前記偏向構造がホログラムと同じ方法において光を偏向することを特徴とする、請求項3～5のいずれかに記載の偏光器。

【請求項7】 いくつかの複屈折素子（31～34）がその断面を覆って、好ましくはその全体表面を覆うように広がって配列され、個々のそのような素子がゾーンを形成し、かつ有限軸厚（D）を有し、しかも個々のそのような複屈折素子の結晶軸（39，40，41）が、光の透過方向（43）に関して斜めになり、前記透過平面は前記結晶軸および前記透過方向により規定されることを特徴とする、請求項1に記載の偏光器。

【請求項8】 前記偏光器（1，30）が、入射円偏光を、射出する局部的な直線偏光に変換するように設計されており、前記偏光器からの射出光が、好ましくは接線方向にあるいは半径方向に偏光され、好ましくは前記所定の相対的位相遅れ（G）が概略的に前記入射光の4分の1波長であることを特徴とする、先行の請求項のいずれかに記載の偏光器。

【請求項9】 前記偏光器（1，30）が、その全体断面上を単一方向に直線偏光される入射光を、射出する局部的な直線偏光に変換するように設計され、前記偏光器からの射出光が、好ましくは接線方向にあるいは半径方向に偏光され、好ましくは前記所定の相対的位相遅れ（G）が概略的に前記入射光の2分の1波長であることを特徴とする、請求項1～7のいずれかに記載の偏光器。

【請求項10】 前記偏光器（1，30）、特に前記板（4）が100μmより大きい軸厚（D）を有し、該軸厚は、好ましくはおよそ200μmからおよそ600μmまでの範囲を有することを特徴とする、先行の請求項のいずれかに記載の偏光器。

【請求項11】 断面が、一定の偏光角度および／または等しい傾斜角度（NW）の小さなゾーン（10，11，12，20，21，22，35～38）へ細分され、その照明された断面の全体を覆い、好ましくは非被覆の面を残さず、前記ゾーンが好ましくは、多角形、好ましくは六角形であり、および／またはその断面が好ましくは等しい大きさおよび／または外形である小さなゾーン（10，11，12，20，21，22，35～38）へ細分され、そのようなゾーンの総数は10あるいは100以上のオーダーであることを特徴とする、先行の請求項のいずれかに記載の偏光器。

【請求項12】 マスク（57）を照明するための光源（51）を含んでいる照明装置（53）、および該照明装置に付随する投影レンズ（54）であって、前記投影レンズの像平面（60）上の前記マスク（57）上に現われるパターン像を形成するための該投影レンズを装

備したマイクロソグラフィック投影システムにおいて、請求項1～11のいずれかに記載の少なくとも一つの偏光器（1，30，63）が前記投影システム（50）の中へ組み込まれていることを特徴とする、マイクロソグラフィック投影システム。

【請求項13】 前記偏光器（63）が前記照明装置（53）へ、前記光源（51）と前記マスク（57）との間、好ましくは、前記投影レンズ（54）のシステム開口（65）に接合する平面の周辺において組み込まれており、および／または、偏光器は互換性があることを特徴とする、請求項12に記載のマイクロソグラフィック投影システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光学軸に沿って入射する光束を、その断面上の、局部的に変化する偏光状態の所定の分布を有する射出光束に変換するための偏光器に関する。

【0002】

【関連技術】マイクロソグラフィック投影照明システムの場合には、結像のために使用される光の偏光状態は、より高い結像忠実度を提供するために、頻繁に選択的にコントロールされる。ここで記述されたものに類似している偏光器は、照明システムおよび／または投影レンズに設置され、この目的のために使用されよう。

【0003】照明システムとしての使用を目的とされ、その全断面上で大きく半径方向に偏向される射出光束を生成する前記タイプの偏光器は、ドイツ特許公報第19535392号から知られている。半径方向の偏光は、それらの像側で、約0.5～約0.7までの範囲にある典型的な開口数を有するレンズ、および反射防止膜を持っていないフォトレジストの使用には都合が良い。ここでこの偏光は、フォトレジストへ光の最適のカップリングを生成するブルースター角に近い入射角度で生じる、前記フォトレジストにおける偏光感光反射による外乱を抑えるために使用される。

【0004】直線偏光された入射光を半径方向に偏光された光へ変換する偏光器の1つの実施の態様は、その全表面を覆う、多数の、六角形の、2分の1波長板から成る。ここで、前記2分の1波長板は、その結晶軸が入射光束の方向に関して整列された複屈折材料から作られていて、各2分の1波長板は、前記光学軸上に整列され前記2分の1波長板と交差する、動径に沿った入射光の偏光方向を変える。この分割された配列は、フィルタリングによるのではなく、専ら入射光の偏光状態を回転することにより、局部的に変化する好ましい偏光状態の所定分布を生成し、これにより高い透過率を達成できる。前記タイプの偏光器を組み立てることは、それらの分割された構造により困難である。さらに、偏光器は、その厚さが、使用される波長および相互に直角に偏光さ

れたフィールド構成要素の結晶軸に直角である屈折率の差によって決定され、非常に薄く、関連する波長および使用される材料に依存し、前記タイプの素子の取り付けをより困難にするだろう。

【0005】フォトレジスト上で、歪められた結像を防ぐために、半径方向に平面一偏光された光も導入する、マイクロソグラフィックで使用するための投影照明システムは、米国特許公報第5,365,371号および関連するCIP特許、米国特許公報第5,436,761号により知られており、高い透過損失をもたらす偏光フィルターのいくつかの実施の態様が示されている。半径偏光器は、投影レンズ瞳またはシステム停止の平面の近傍においてインストールされる。

【0006】その瞳の平面に位置する、分割された偏光板を有するように形成されるカタディオプトリック投影レンズは、米国特許公報第5,691,802号により知られている。前記分割された板は、相互に直交する直線偏光および異なる屈折率を有する円形の内部ゾーンおよび環状の外部ゾーンを有することによって、相互に別個の像平面を作成する一対の非干渉の光束を生成し、フィールドのレンズ深度を増加するのに、総体として役に立つ。

【0007】円錐形の表面と結合して使用された場合、それらの光学軸に関して優先的に半径方向あるいは接線方向のどちらかに偏光される、すなわち、それらの断面におけるすべての位置において、変化する好ましい軸対称分布を有する射出光束の生成のために使用される偏向するアキシコン配列は、米国特許公報第4,755,027号により知られている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、単純なデザイン、低い製造原価および高い透過率によって特徴付けられる偏光器を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明による偏光器は、直線または円形に偏光された入射光を、好ましい偏光方向の軸対称分布を持つ射出光に変換するために、特に適するよう意図されている。

【0010】本発明の解決手段を例示すると、請求項1に述べられた特性を有する偏光器である。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明の有用な実施の態様は、従属請求項中で述べられている。前記請求項のすべてに現われている用語は、この明細書の内容で使用される。

【0012】本発明の意味における偏光器の場合には、結晶軸および有限軸厚を有する少なくとも一つの複屈折の要素が、前記偏光器からの射出光の、相互に直角に偏光されたフィールド構成要素間の、移相の作成のために設置される。前記偏光器の照明された断面は、好ましくはその全断面を覆うように配列される、多数のゾーンあ

るいはフィールドに細分される。少なくとも前記ゾーンの一つは、光が透過する方向がそのゾーンの結晶軸に関して斜めになるように形成される。好ましくは、個々のそのようなゾーンはこの方法により形成されるべきである。結晶軸に関してある角度における透過は、前記結晶軸の方向に関して、 0° より大きく、 90° 未満の角度で傾けられた透過方向により特徴付けられる。前記透過方向および前記結晶軸は、透過の平面を限定する。軸厚および前記軸外し透過ゾーンのそれぞれの傾斜角度は、前記フィールド構成要素の光学経路の差が、前記偏光器を通過した後の所定の位相遅れに相当するように互いに関係して選択され、前記位相遅れは、その全断面を好ましくは同一に覆っている。前記透過平面の配向および個々のそのような軸外し透過ゾーンのための前記傾斜の方向は、所望の好適な局部的偏光方向がその出口面で得られるように選択される。

【0013】したがって、前記偏光器は、その各ゾーンで位相遅れ板として作用し、光が軸を外して透過する。位相遅れ $G = W \times |n_{\infty} - n_0|$ は、その入口面とその出口面との間の透過方向に沿って通過する横切った光路長 W と、一対の相互に直交する偏光されたフィールド構成要素（異常光線および通常光線）に対する異常光線の屈折指数 n_{∞} と通常光線の屈折指数 n_0 の差 $n_{\infty} - n_0$ の積に相当する。ここで、前記位相遅れを部分的に決定する前記フィールド構成要素に対する前記屈折指数の差は、傾斜角度 NW および関連の複屈折材料のタイプに依存し、前記傾斜角度を適切にセットすることにより確立される。

【0014】例えば、前記結晶軸に関して傾斜の小さな角度がセットされる場合、前記結晶軸に沿って0になる屈折指数の差が、比較的低下するということは、軸厚が、所定の位相遅れを生ずるために、相応して大きく選ばなければならないということを意味する。このことは、本発明による偏光器の組み立ておよび取り扱いを単純化し、必要に応じて自由な構成要素の形で作ることもできる。軸厚の選択は、偏光器の作用が、入射される光の偏光状態および射出される光に対する所望の偏光分布に適応するように利用できる。例えば、前記光の4分の1波長の位相遅れがセットされた場合、前記偏光器へ入射する円偏光は、各々の前記ゾーンにより、その出口面から射出される直線偏光へ変換されるであろう。前記傾斜方向の変更は、個々のそのようなゾーンの出口平面上の好適な偏光方向に配向させること、例えば、偏光器の光学軸に関して、接線方向あるいは半径方向のいずれかに配向させることを可能にするだろう。2分の1波長位相遅れのセットは、透過した直線偏光の偏光平面を、直線偏光された入射光に対して、局部的に回転させることを許容し、前記透過した直線偏光の偏光平面は、順番に、光学軸に関して配向され、好ましくは、前記ゾーン内の傾斜の局部的方向の適切な選択を通じて、光学軸に

関して接線方向あるいは半径方向のいずれかに配向される。

【0015】その有用な進歩は、偏光器の光学軸に対して概略的に平行に配向された結晶軸を備えた複屈折素子を有すること、すなわち、入射光が傾斜角度およびそのゾーンのために選ばれた方向において、各々の前記ゾーンを通過するように偏光される偏向構造が、前記複屈折素子の各々の前記ゾーンに割り当てられることによって顕著になり、前記偏光器の全断面を覆う、単一の複屈折素子を使用する、単純に設計された、特に容易に作られた、不分割の偏光器の形成を可能にする。

【0016】前記複屈折素子は、入射光を軸外し透過方向に偏向するために、その入口面上で整列された偏向構造、および光が入射の方向に対して平行に出るように前記偏向を取消す、その出口面上で整列された偏向構造を好ましくは持つべきである。例えば、前記複屈折素子は、フッ化マグネシウムまたは結晶石英から作られた平面平行板から形成され、その場合前記偏向構造は、その入口および/または出口表面上に、適切に構成されたゾーンが提供されることにより作成される。これによって、本質的に薄い板の形をしており、単一の光学的に活性な素子から成る偏光器の使用が可能になり、そのための利用可能なスペースが制限されていても、投影照明システム内の適した位置へ組み込むことができる。

【0017】各々の前記ゾーン上の前記偏向構造は、そのゾーンのために選ばれた透過方向に対する、各々の前記ゾーン上に入射する光を偏光するのに、あるいは前記偏向を取消すのに役立ち、その場合前記偏向構造は、例えばフレネル表面にタイプが類似する屈折構造を作成するための、例えばライン回折格子にタイプが類似する回折構造、あるいは、例えば、ブレード回折格子にタイプが類似する構造のどちらかであり、光学的回折および屈折の両方は前記偏光に寄与する。ホログラフィー構造もまた可能である。

【0018】もし前記偏光器の照明された断面が小さなフィールドあるいはゾーン、例えば、一定の偏向の小さな六角形ゾーンへ細分されている場合、前記偏光器の照明された断面全体を多かれ少なかれ覆うのに、それは有用であろう。他の、好ましくは多角形の外形をしたゾーン、例えば正方形または三角形のゾーンも可能である。前記フィールドあるいはゾーンの総数は、前記ゾーンが、典型的には平均10%未満、好ましくは前記偏光器の全断面領域の1%~10%を占める断面領域を持つように、好ましくは、10から100まであるいはそれ以上の範囲とすべきであり、その場合、前記ゾーンの寸法は、所望の局部的に好適な偏光方向の方向許容範囲に適するように調整され、前記偏光器の好適な実施の態様の場合には、数量概略的に±2%以下になるだろう。より小さな大きさのゾーンの使用によって、所望の局部的な接線方向あるいは半径方向の偏光の、ほぼ連続的な分布

に到達することが可能になるだろう。ゾーンからゾーンに対して連続的な遷移を持っている構造、および、十分に限定されていないゾーンの境界は、別の可能性を表わす。前記の活性なゾーンの間の、狭い空のスペースを除去することは同様に可能であり、特に前記偏光器が照明システムに使用されるときに許容される。

【0019】記述されたタイプの偏光器は作ることが特に安価である。それらの結晶軸の必要とされる配向性を備えた、未加工の二酸化ケイ素あるいはフッ化マグネシウムの結晶は、例えば20cmあるいは30cmの、できるだけ大きな直径を備えたものでさえ、それらの複屈折板、特に二酸化ケイ素結晶が組み立てには利用可能である。単一のそのような板のみは、偏光器を作るために組み立てる必要性から、典型的には、10分の数ミリメートルであるその厚さにより、比較的がっしりとしており、組み立ての間の取り扱いが容易である。前記偏向の、すなわち、回折性および／または屈折性の前記板の表面上の構造は、多数のそのような板が組み立てられるとき、組み立てコストを低く維持するために、適当なリソグラフィックプロセスを使用して組み立てられる。前記構造も、基本的に、機械的な方法によって作成される。

【0020】本発明による偏光器の別の種類は、その断面を覆って整列され、好ましくはその全体表面を覆う、いくつかの複屈折素子によって特徴付けられ、前記複屈折素子の各々の結晶軸は、所望の傾斜角度および方向が、関連の特別なゾーンから得られるように、偏光器の光学軸に関して、最初に記述された方法で斜めに傾けられる。ここで関連するこのように分割された偏光器は、本発明による偏光器の場合では、個々のゾーンの結晶軸が、前記光学軸、および前記板の平面に関して、傾斜している点を除いて、ドイツ特許公報第DE19535392号の図1において示されたこれらの実施の態様に類似して構成される。

【0021】本発明は、同様の少なくとも一つの偏光器を組み込んだ、マイクロリソグラフィック投影システムに関する。前記投影システムは、マスクを照明するために、光源、例えば、レーザーを備えた照明装置を有し、投影レンズが付随する前記照明装置は、前記投影レンズの像平面上の前記マスク上にパターンを結像させ、構成されるアイテムには、例えば、フォトレジストの層でコーティングされたウェーハがある。本発明による偏光器を一つ以上組込むことは、関連の光学的能力を完全に利用することを可能にするだろう。例えば、偏光器を使用して、透過した光束を半径方向に偏光することによって、効率および均質性が改善されることにより、前記フォトレジストおよび光学縦列中の前記偏光器に付随するこれらのすべてのレンズによる反射が、一様に縮小されるので、光がフォトレジストの前記層へ結ばれることになる。ブルースター角未満の大きな角度で入射する光に

としては、照明された領域のエッジ付近で生じる光強度の下落によって、光強度が最低になる場所で、前記効果が最も著しくなる。前記フォトレジストおよび前記ウェーハ間の境界面で散乱する光を含む、散乱光による空間的解像度へのいかなる悪影響も、均質化され、縮小されるだろう。

【0022】他方では、接線方向の偏光は、反射防止コートされたフォトレジストおよび非常に高い像側の開口数が使用される場合において有用であり、干渉縞コントラストが決定的な要因になるだろう。干渉縞コントラストは、その偏光が入射する平面に対して直交配向される一対の光束の二重光束干渉が生じる時、最大限になるだろう。接線方向の偏光は、干渉縞コントラストの著しい増加を許容することが認められる。

【0023】本発明による偏光器は、好ましくは、照明システム内に、すなわち、前記光源と前記光源により照明された前記マスクとの間に、配置される。半径方向に偏向させる偏光器の場合、半径方向の偏光の利点を、光学縦列中の前記偏光器に付随するレンズへ光を結ぶために利用できるように、ビーム経路の起点の近くに前記偏光器を配置することが特に有用である。しかしながら、対称の光学素子、例えば、照明システムの長さを短くするために使用されるもの、あるいはカタディオプトリック投影レンズ上で使用されるものなどがある偏光鏡は、通常、入射光の偏光状態を変更し、考慮に入れられるべきものである。光が透過する方向において、照明システムの光学軸に関して非対称である最終の偏光用の構成要素に続けて前記偏光器を配置することは、偏光器の出口から投影レンズの像平面まで、すべての方向に広がる偏光分布の最大限の乱されない透過を得るためには有用である。構成要素は、専ら屈折性の光学素子から成る投影レンズを有するシステムの場合には、前記照明システムの最終の偏向鏡であり得、あるいは、カタディオプトリック投影レンズの場合には、前記投影レンズの最終の鏡であり得る。

【0024】前記偏光器が前記照明システムに組み込まれており、前記投影レンズストップの平面に結合している平面に位置している配列が特に好適である。その場合、前記投影レンズのシステムストップの周辺における偏光の分布に、前記周辺に偏光器を組み入れる必要なしで、影響を及ぼす可能性があり、その結果、前記偏光器が容易に照明システムの相および偏光光束の必要条件を満たすので有用であり、偏光器が前記投影レンズへ組み込まれている場合は、はるかに困難になるだろう。

【0025】しかしながら、前述したように、前記偏光器の出口において広がっている偏光分布を正確に複写することは、光学縦列中の前記偏光器に後続する構成要素のどれも、偏光に対していかなる大きな効果もない場合、あるいはそれらの効果が互いに取り消される場合のみ可能になる。

【0026】照明システム内の危険でない位置での偏光器の前記都合のよい配列は、関連の特別な適用により要求されるように、それらが他のタイプの偏光器、例えば、前記ウェーハの平面において、円偏光、半径方向の偏光あるいは接線方向の偏光を与える偏光器により取り替えられるようにするために、それらに互換性を与えている。

【0027】最初のおよび他の特性は、請求項だけでなく詳細な説明および図面においても、理解することができ、個々の特徴は、本発明の実施の態様としておよび他の領域において、単独であるいはその組合せにおいて使用され、個々に有用でかつ特許性のある実施の態様を示している。

【0028】

【実施例】図1は、円偏光された入射光(2)をその出口において半径方向に偏光された光(3)に変換するための、本発明による偏光器(1)の好適な実施の態様を描写する。前記半径方向の偏光器の中心は、異方性の光学的単一軸の結晶から作られた平面-平行板(4)であり、この結晶軸は、その平面-平行な外側の表面(6, 7)に、概略的に平行である。前記板が作られた材料は操作波長の光に対し透過性であり、好適な操作波長は紫外スペクトル領域にあり、かつ約260nm未満である。前記の単一体の板(4)は、157nmの波長での使用のために、例えばフッ化マグネシウムから作られ、あるいは193nmの波長での使用のために、フッ化マグネシウムまたは石英(二酸化ケイ素)から作られる。前記板(4)は、システム光学軸に対して、その結晶軸(5)が平行であり、その外側の表面(6, 7)が直交するように、光束の経路へ挿入される。前記板の軸厚(D)は、典型的にはおおよそ10分の数ミリメートルであり、必要に応じて、例えばおおよそ0.5mm~3mmのように十分に大きくなり、取り付けられた時は自立する。等方性の材料、例えば石英ガラスあるいはフッ化カルシウムから作られた支持体は、その上で前記板が操作位置において自重によって保持され、前記板を支持するために設置することもできる。

【0029】相互に関連する偏光特性を備えた偏向構造(8, 9)は、前記板の入口面(6)および出口面(7)の上で成形される。示された実施例の場合において、前記偏向構造は、六角形ゾーンの形をしており、前記板の入口面(6)および出口面(7)の全範囲を覆っている。個々のそのような六角形のゾーン内に偏向構造があり、規定された回折格子が形成されるよう同様に動作し、後者の平行な規定された直線の配向性は、通常は各自の弧度によってゾーン(10, 11)ごとに異なる。

【0030】前記偏光器の働きを、前記の相互に関連した回折構造(10)(前記板の上部の面(6)の上)および(12)(前記板の下部の面(7)の上)の作用に

基づいて説明する。前記システムの光学軸と平行に入射する光(2)は、前記板の前記入口面(6)上の前記偏向構造(10)に当たる。回折格子のこの透過は、入射する放射を回折により、前記放射の第1の回折される順序が、前記板(4)を通して透過される方向(13)が、後者の結晶軸(5)に関して斜めになるように偏光するだろう。ここでは、前記結晶軸(5)に対して平行でもなく、直交してもいないあらゆる透過方向を、「斜め」と解釈する。そのような透過方向は、 0° 以上 90° 未満の範囲にある傾斜角度(NW)によって特徴付けられる。前記板の前記出口面(7)上の前記回折構造(12)は、前記板の入口面(6)上の前記構造(10)によって生成された偏光を消去し、後者の構造(10)と同じ回折格子定数を持つので、前記板から射出される光(3)は、前記システムの光学軸に対し平行におよび前記入射光に関して相殺されて、置き換えられることになる。関連の関係は、図1において大いに誇張されている。前記結晶軸(5)の方向および透過方向(13)は、透過平面を限定し、前記板の前記入口面(6)と交差する線(14)は、前記偏光回折格子構造(10)のラインに直交し、その傾斜方向を限定する。前記板の厚さ(D)および前記傾斜角度(NW)における透過方向(13)に沿った前記結晶内を光が横断する光路長(W)の相関関係は、 $W = D / \cos(NW)$ によって示される。

【0031】前記板(4)が作られた材料の複屈折により、相互に直交する二つの振幅方向を備えた光波長、すなわち、相互に直交する偏光されたフィールド構成要素の形をしている光波長は前記板内を伝わり、前記構成要素の一つの振幅方向(15)は前記透過平面にあり、前記構成要素のもう一つの振幅方向(16)は前記透過平面に直交する。本特許出願上では、前記透過平面において振れる前記の構成要素(15)は「通常光線」(添字 o)と名付けられ、直交して振れる前記の構成要素(16)は「異常光線」(添字 a)と名付けられる。一般に、異なる屈折率、通常光線の屈折率 n_o と異常光線の屈折率 n_a は、関連の透過方向に応じて変化し、複屈折材料の場合、各々の前記構成要素に当てはまるだろう。複屈折結晶の負の単一軸の場合のそれらの相互関係が、図2において概略的に示される。一般的に知られているように、通常光線の屈折率 n_o は、すべての方向において同じであり、一方、異常光線の屈折率 n_a は、前記結晶軸(5)に関して前記傾斜角度(NW)に応じて変化する。それらの差 $\Delta n = |n_a - n_o|$ は消え、すなわち、前記結晶軸(5)に沿って n_o は n_a と等しくなり、直交する方向で最大 Δn_{max} に達するだろう。位相遅れ板に関する理論から知られているように、前記相互に直交する偏光されたフィールド構成要素は、前記複屈折材料へ同じ方向に向かって射出するが、 $G = W \times |n_a - n_o|$ で示される位相遅れGを伴う。

【0032】前記偏光器の特別な特徴は、前記傾斜角度（NW）が、適切な寸法取り、および／または前記偏向構造の形成により、ある極限值によって束縛された範囲以内にある値にセットされ、前記傾斜角度は、示された規定の回折格子構造の場合には、その回折格子定数（前記ラインに対し直交して測定される、隣接したラインの間の距離）が減少するに従って、増加するだろう。図2から理解されるように、通常光線および異常光線の屈折指数の前記差 Δn は、非常に低い値を呈してもよく、単なるそれらの最大の差 Δn_{\max} の小さな平面になり、小さな傾斜角度付近で、すなわち、前記透過方向（13）が前記結晶軸（5）にほとんど一致したときに、光伝搬の前記方向（13）と前記結晶軸（5）の間の角度が直角になる場合に、到達するだろう。本発明によって作成される所定の材料から作られた板の、前記通常光線および前記異常光線の屈折率において非常に低い差を設定する機会が、本発明による偏光器の場合には、所望の位相遅れGを生成するのに必要な前記板の厚さ（D）に結びつき、前記偏光器の出口における前記偏光構成要素は、従来の位相遅れ板に比べ数倍大きく、入射光の伝搬方向は、それらの結晶軸に直交である。本発明はこのように都合悪く薄い偏光器を回避することが可能になり、特に、好ましくは大きな断面を備えた偏光器を使用する場合に有用である。

【0033】図1において示される実施の態様の場合には、前記板の前記厚さ（D）および前記傾斜角度（NW）は、前記偏光回折格子のために適している回折格子定数を選んでセットされ、前記光路（W）上の前記入射光の4分の1波長の前記透過光の前記フィールド構成要素間（15, 16）の位相遅れGを与えるために選ばれ、4分の1波長板の場合と類似している、円偏光された入射光がその出口面において直線偏光された射出光へ変換される。他の実施の態様の場合には、前記傾斜角度（NW）および前記板の前記厚さ（D）は、互いに順応し、2分の1波長板の場合と類似し、前記偏光構成要素間の位相遅れは2分の1波長になるだろう。前記タイプの偏光器は、直線偏光された入射光の偏光面の回転のために適している。

【0034】射出する前記偏光板上の、各々の前記ゾーンのための前記好適な偏光方向の配向性は、各々の前記ゾーン上の前記偏向構造を方向付けることにより変えられる。後者の配向性は、個々のそのようなゾーンの透過平面の配向性を決定し、すなわち、局部的に決定し、したがって、前記の相互に直交して偏光されたフィールド構成要素（15, 16）の振幅平面の配向性を同じく決定するだろう。前記構成要素（15, 16）の配向性は「誘導された結晶軸」とも名付けられる。

【0035】本発明による偏光器の前記斜めの偏光は、個々のそのようなゾーン上で、接線方向にあるいは半径方向のいずれかに偏光され、すなわち、入射光（2）か

ら接線方向または半径方向のいずれかに局部的に偏光され、射出光（3）の生成のために利用されるであろう。しかしながら、前記斜めの偏光は、円偏光された入射光の場合、前記誘導された結晶軸（15, 16）が、前記偏光器の出口面上の、所望の半径方向または接線方向の配向性に関して局部的に45°の角度で配向されるように、45°の角度であり、図1において示される偏光器の平面図である図3に基づいて、より詳細に説明される。前記板の上部の表面（6）と前記透過平面の交線（14）によって示される、前記偏向構造の回折格子上のラインの配向性、それによって決定される透過平面の配向性、および前記誘導された結晶軸（矢印によって示される）の配向性の結果は、すべて示されている。個々のそのような小平面に関係している動径（23, 24, 25）は、前記偏光器の光学軸（26）上で起こり、関連の小平面の中心を通り、いくつかの選択された六角形ゾーン（20, 21, 22）のために同様に示されている。

【0036】前記誘導された結晶軸（15, 16）は、前記偏光器の出口で半径方向に偏光された光を得るために、前記ゾーンの各々の半径方向に関して局部的に45°の角度に配向されなければならないので、前記ゾーンの各々の前記透過平面と各々の前記回折構造上の前記ラインの両方は、各々の半径方向に関して45°の角度で配向され、円偏光された入射光を直線偏光された光に変換する、個々のそのような4分の1波長の小平面をもたらす原因となり、前記小平面の中心近傍におけるその偏光方向は、その出口面（図4参照）から出るように、その小平面の半径方向に沿って正確に整列される。前記偏光をもたらす前記回折構造は、タービン羽根のように、前記偏光器の中央の光学軸（26）から外側に向かって弧を描いているが、一定の偏光を備えた有限の大きさのフィールド、またはゾーンが成形されるので、有限の長さを有するということが理解されるだろう。最大受け入れ可能な許容方向、すなわち、前記偏光器の出口面の全体表面上の偏光の局部的方向の、最大に許容される離脱は、所望の半径方向の偏光から、前記ゾーンの大きさの調節により、特に関連する個々の適用に対してセットされるだろう。局部的配向性間の連続的な遷移は、所定のゾーンの境界なしで、可能になる。

【0037】本発明の原理は、同一の実施の態様の例に基づいて説明され、他のタイプでの使用を意図した偏光器に、同様に直ちに適用される。例えば、図3において示される構造に基づく出口において、円偏光された入射光を接線方向に偏光された光へ変換するための偏光器は、前記ゾーンの各々の前記偏向構造の前記回折格子上のラインを、前記結晶軸の方向に関して90°回転させることにより得られる。前記ゾーンの各々の出口面から射出される光は、図5において示されるように、その後、接線方向に偏光される。

【0038】前記原理は、例えば、図4において示される半径方向の偏光、あるいは図5において示される接線方向の偏光などのような、所望の偏光方向を有する直線偏光された光の生成のために、同様に利用され、入射光束から、個々のそのようなゾーンを覆って、前記ゾーンから射出される直線偏光された光の、偏光平面を局部的に回転させることによって、その全体断面上の単一方向に直線偏光される。同様のものを得るために、前記板の厚さ(D)は、関連の傾斜角度に依存する、通常および異常光線の屈折率中の差が、透過光によって横切られた光路長(W)上で、所望の2分の1波長の位相遅れが生ずるように、前記傾斜角度(NW)に順応すべきである。さらに、個々のそのようなゾーンに対して、前記偏向構造は、誘導された結晶軸が、例えば接線方向または半径方向などの、前記入射光の偏光方向と所望の偏光方向間に関連する角度の二等分線上で、局部的に正確に整列されるように、整列されなければならない。2分の1波長板の場合には、前記誘導された結晶軸の一つにおいて、前記入射光の伝搬の方向を反射することにより、射出光の偏光方向が得られることはよく知られている。前述の位相遅れの場合には、前記偏光器の好適な実施の態様の場合、所望の4分の1波長あるいは2分の1波長の位相遅れから±5%〜±10%外れて変化する位相遅れが、前記板の厚さおよび前記入射光の入射角度の変化に依存して生じるだろう。

【0039】図6は、本発明による偏光器の他の実施の態様の例を示す。しかしながら、同じく軸厚(D)を備えた平面-平行板の形状である前記偏光器(30)は、図1において示される実施の態様とは、各々が通常、六角形外形を有するいくつかの複屈折素子(31〜34)から成っているという点で異なる。複屈折素子は、例えば光学的に接触して、互いに取り付けられており、前記素子間のギャップを残さず、平面の偏光器を成形するように、モザイク状に組み立てられている。前記六角形ゾーン(35〜38)の寸法は、図1において示される六角形ゾーンの寸法と一致するようになっている。前記光学素子(31〜34)は、それらの結晶軸(39, 40, 41)が、それぞれ、前記六角形ゾーンの側面の表面および上部/下部の表面に関して斜めになるように、複屈折材料のブロックからカットされている。前記偏光器の光学軸(42)に関する、個々のそのような素子の結晶軸の傾斜角度(NW)は、前記素子のすべてについて同様である。それにも関わらず、隣接した光学素子は、示されたセグメント上で、それらの結晶軸が、前記偏光器の前記光学軸(42)に関し、異なる角度位置となる点において、互いに異なっており、前記光学素子の前記結晶軸は、ある付近を除いて、前記光学軸(42)に関し絡み合い、すなわち、互いに対して平行にならないことを意味している。前記の絡み合いは、前記光学軸(42)に対して平行な方向(43)に沿って光が透過

した場合、それらの各透過方向(43)および結晶軸により限定される前記光学素子の各々の透過平面が、3つの前記光学素子(32, 33, 34)の前記透過平面の交線(44, 45, 46)によって概略的に示されるように、異なる配向性を持つ原因となる。

【0040】上述した実施の態様の場合、前記偏光器は、その働きのために位相遅れ板の原理を使用する。前記偏光器に入る際、入射光は、各自に当てはまる屈折率によって決定された異なる速度で伝播する、通常光線および異常光線へ分解され、 $G = W \times |n_{ao} - n_o|$ によって示される位相遅れGにつながる。このとき、横切られた光路長(W)は、前記板の厚さ(D)と等しく、かつ図2において示される屈折率の差は、前記傾斜角度(NW)によって決定され、その傾斜角度は、前記光学素子が結晶性材料の大きなブロックからカットされた時に、決定される。図1による実施の態様の場合、前記板の前記厚さ(D)は、より小さい傾斜角度(NW)およびそれに対応する屈折率の差を選ぶことにより、取り扱いが容易になるように、十分に大きく作られる。円偏光を、局部的に直線偏光に変換する際は、前記厚さ(D)は、その結果生じる位相遅れが前記光4分の1波長と等しくなるように、選択されるべきである。直線偏光の偏光平面が回転するのであれば、前記位相遅れは前記波長の2分の1にセットされるべきである。前記光学素子の各々の、直線偏光された射出光の偏光平面の配向性は、各々の透過平面の配向性によって決定され、半径方向の偏光器を生産するために、図3において示される類似した方法で配向させられ、あるいは、接線方向の偏光器を生産するために、90°回転してもよい。この実施の態様の一つの主な利点は、いくつかのやや複雑な成形作業を必要とする偏向構造を使用するためにその必要がなくなることである。

【0041】図7はマイクロリソグラフィック投影照明システム(50)を示しており、本発明による偏光器を装備している。前記システムは、この特別の場合において、ウェーハスキャナー/マッピング装置であり、そのレーザーの帯域幅を狭くするための装置(52)を備えたレーザー光源(51)を含み、直線偏光された光束を放射する。照明システム(53)は、大きな、はっきりと限定された、高度に均質な、照明されたフィールドを生成し、光学縦列において付随する投影レンズ(54)のテレセントリック性必要条件に整合される。前記照明システム(53)は照明モードの選択のための装置を有し、例えば、可変のコヒーレンス係数、環状の照明されたフィールド、およびダイポール(双極子)あるいはクワッドラポール(4極子)照明などを備えた従来の照明に切り替えられる。前記照明システムは、全長を縮小するために、偏光鏡(55)を含んでいる。前記照明システムには、マスク(57)の保持および操作のための装置(56)が付随し、前記マスクが、前記投影レンズ(5

4)の像平面(58)にあり、走査駆動装置の使用により前記平面を覆って翻訳可能であるように、配置される。前記投影レンズ(54)は、フォトレジストの層によりコーティングされたウェーハ(59)の上に前記マスクの縮小された像を投影する、屈折光学素子のみを含んでいる軸対称の縮小レンズであるように設計され、前記ウェーハが、前記投影レンズ(54)の像平面(60)において整列され、前記マスク(57)を備えた同期中の前記ウェーハを翻訳することを可能にするために走査駆動装置を含んでいる装置(61)によって適所に保持される。前記システムのすべてはコントロールユニット(62)によってコントロールされる。

【0042】前記照明システム(53)内で、前記偏光鏡(55)には、前記システムの光学縦列に挿入される、本発明による偏光器(63)が付随し、前記偏光器が、図1において示される実施の態様のようなモノリシック板、または、図6において示されたような分割された偏光器のどちらかとして、形成される。前記偏光器の軸厚は、2分の1波長板と類似した方法で作動し、その全体断面上において、直線方向に偏光された入射光を、図3に示されるように、半径方向に偏光され、その出口面において射出される光に変換するように選択される。前記半径方向の偏光は、前記マスクの平面(58)に位置し、前記像平面(60)に繰り越され、鏡などの素子がないので、前記偏光に作用する前記偏光器が付随している。前記半径方向の偏光は、特に高い開口数では、前記投影レンズ(54)のコートしたレンズの透過率に有用な効果があり、投影像の強度を増加させることによって、ウェーハ・スループットが増加する。前記偏光器(63)は、前記システムのシステムストップ(65)の平面に接合する平面に位置するように、前記システムの光学軸(64)に沿って配列され、前記システムストップの周辺における直線偏光を生成することが可能になる。多くの高機能レンズの場合はいずれにせよ、光学素子用の利用可能スペースが限られていたため、設置が困難であるか不可能であったのだが、これは前記投影レンズの位置における作用なので、前記周辺に光学素子をそれ以上加える必要がなくなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】入口面および出口面の上に偏向構造を有する、本発明による偏光器の好適な実施の態様の略断面図である。

【図2】図1において示された偏光器の働きを説明する

ために使用された線図である。

【図3】円偏光された光を半径方向に偏光された光に変換する、六角形偏向ゾーンの回折格子を有する、図1において示された偏光器の平面図である。

【図4】図3で示された偏光器の出口面で、半径方向に偏光された光線を射出する、偏光の平面の配向性を示す図である。

【図5】接線方向に偏光された光を生成するための単一体の偏光器の別の実施の態様の、出口面上の偏光平面の配向性を示す図である。

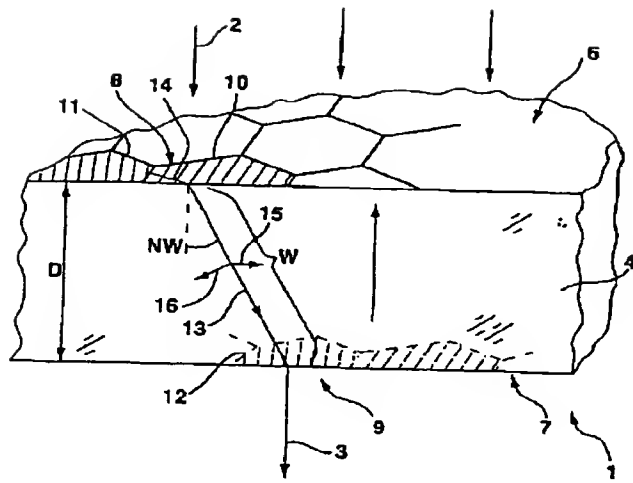
【図6】本発明による分割された偏光器の実施の態様の概略図である。

【図7】その照明システム中の本発明による偏光器を備えたマイクロリソグラフィック投影照明システムの図である。

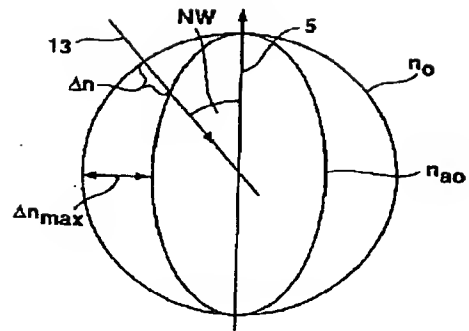
【符号の説明】

- 1 偏光器
- 2 入射光
- 4 平面—平行板
- 5 結晶軸
- 6 入口面
- 7 出口面
- 8, 9 偏光構造
- 13 透過方向
- 20, 21, 22 六角形ゾーン
- 23, 24, 25 動径
- 26 光学軸
- 31, 32, 33, 34 光学素子
- 39, 40, 41 結晶軸
- 42 光学軸
- 43 透過方向
- 50 マイクロリソグラフィック投影照明システム
- 51 レーザー光源
- 53 照明システム
- 54 投影レンズ
- 55 偏光鏡
- 57 マスク
- 59 ウェーハ
- 62 コントロールユニット
- 63 偏光器
- 64 光学軸
- 65 システムストップ

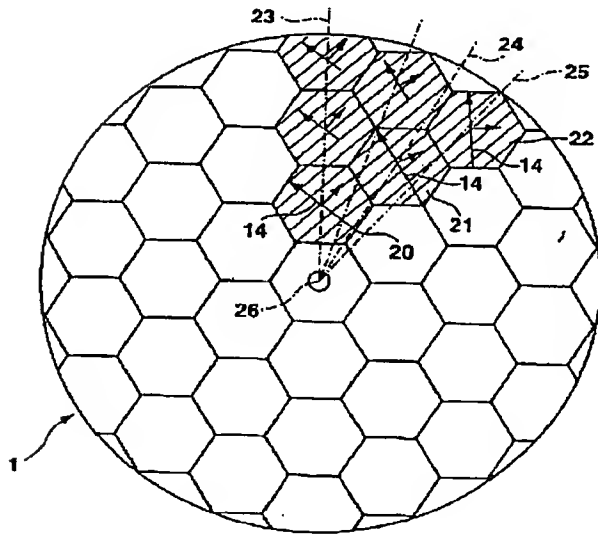
【図1】



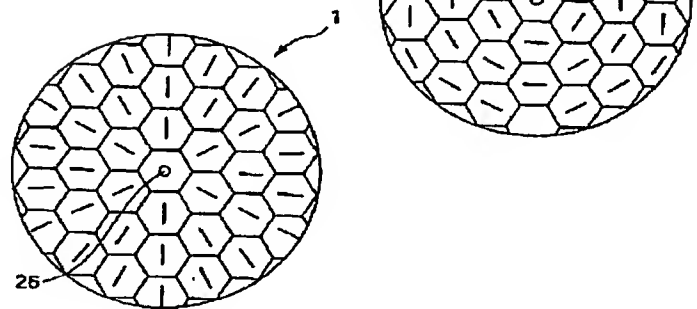
【図2】



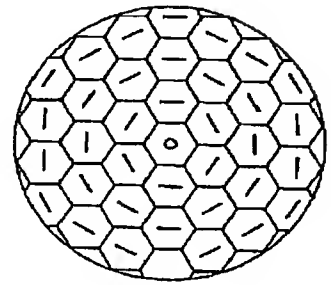
【図3】



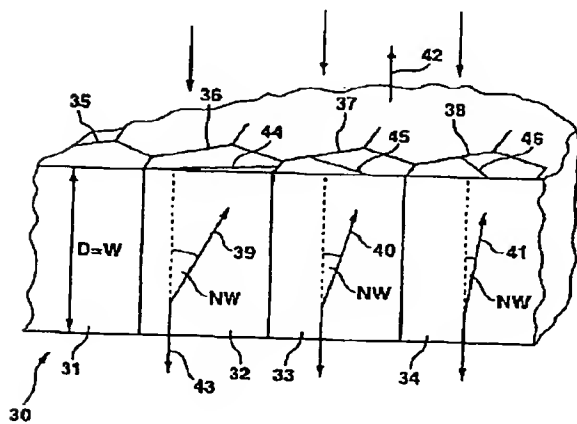
【図4】



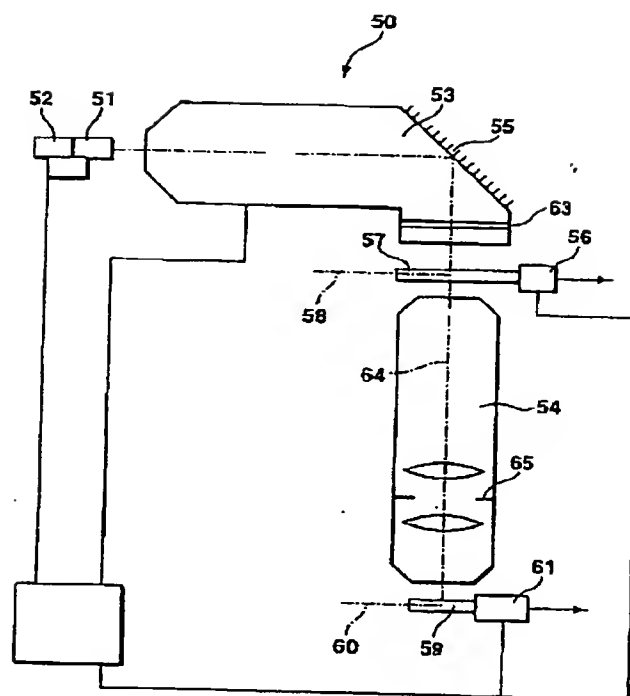
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H049 BA08 BA42 BC21
2H099 AA11 BA09 CA05
5F046 CB15